

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-064605

(43)Date of publication of application : 10.03.1995

(51)Int.Cl.

G05B 13/04
G05B 11/32
G05B 13/02

(21)Application number : 05-213779

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 30.08.1993

(72)Inventor : MURAMATSU SHIGEKI

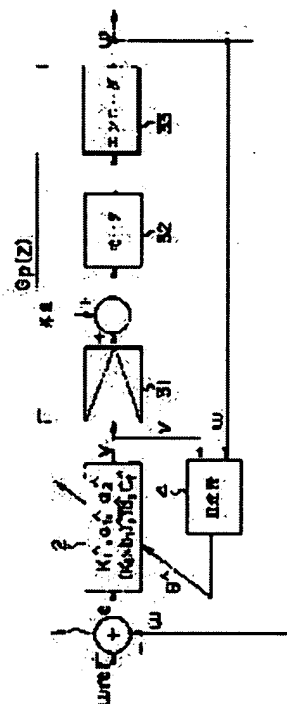
(54) ADAPTIVE CONTROLLER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an adaptive controller which can improve its control performance to the disturbance by setting the parameter of a compensator in order to eliminate the estimated/updated parameter by application of the adaptive control and by securing the coincidence between the control system output and a speed or control command.

CONSTITUTION: The target value is supplied to an adder 1, and the feedback value ω and the deviation (e) are transmitted. A compensator 2 sends a manipulated variable V to an estimator 4 as well as to a controlled system consisting of an amplifier 31, a motor 32 and an encoder 33 based on the deviation (e). The encoder 33 transmits the actual speed of the motor 32 as the

feedback value ω and supplies it to the adder 1 and the estimator 4. The estimator 4 operates the parameter of a servo motor and the estimated value of disturbance (torque) based on the variable V and the value ω , and the compensator 2 controls its compensation value in order to eliminate the calculated parameter. This processing can be controlled as if the amplifier 31 of the controlled system, the motor 32 and the encoder 33 were not provided. Furthermore the compensator 2 can secure the coincidence between a speed command and the output of a control system.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.04.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-64605

(43)公開日 平成7年(1995)3月10日

(51)Int.Cl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 13/04		9131-3H		
11/32	F	7531-3H		
13/02	A	9131-3H		

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-213779

(22)出願日 平成5年(1993)8月30日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂三丁目3番5号

(72)発明者 村松 茂樹

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内

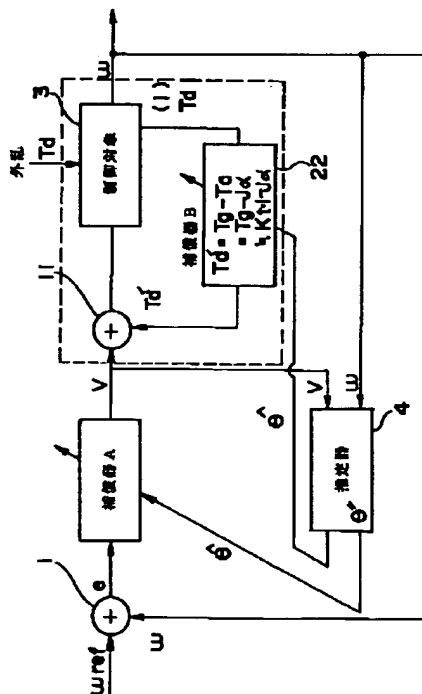
(74)代理人 弁理士 住吉 多喜男 (外2名)

(54)【発明の名称】 適応制御装置

(57)【要約】

【目的】 外乱に対する制御性能を向上し得る制御系の適応制御装置を提供する。

【構成】 制御系の適応制御装置において、外乱を含んだ制御系に対する制御量をモデル化および適応化する手段4と、この手段により得られる出力と制御系出力との偏差を零に近付けるように上記モデルのパラメータを修正する手段2とを具備していることを特徴とする適応制御装置。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 制御系の適応制御装置において、外乱を含んだ制御系に対する制御量をモデル化および適応化する手段、この手段により得られる出力と制御系出力との偏差を零に近付けるように上記モデルのパラメータを修正する手段とを具備していることを特徴とする適応制御装置。

【請求項2】 制御系の適応制御装置において、外乱に対する制御量をモデル化および適応化する手段と、制御系をモデル化および適応化する手段とこれらの手段により得られる出力と制御系出力との偏差を零に近づけるように、上記モデルのパラメータを修正する手段とを具備することを特徴とする適応制御装置。

【請求項3】 フィードフォワード補償器を有する制御系の適応制御装置において、外乱に対する制御量をモデル化および適応化する手段と、制御系をモデル化および適応化する手段と、これらの手段により得られる出力と制御系出力との偏差を零に近づけるように上記モデルのパラメータを修正する手段(21)と、上記手段により得られたフィードフォワードの補償器の出力信号と加算する手段を具備していることを特徴とする適応制御装置。

【請求項4】 フィードフォワード補償器を有する制御系の適応制御装置において、外乱および制御対象を適応推定によりモデル化する手段と、制御系出力との偏差を零に近付けるように上記モデルのパラメータを修正する手段と、定期的な大きな外乱に対しては必要に応じ予め補償器パラメータを修正する手段とを具備していることを特徴とする適応制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、サーボ系の処理をCPU/DSPで行うソフトウェアサーボ方式による適応制御装置に係り、特に外乱を補償する制御系に関する。本発明は、従来の制御系に外乱補償の制御系を加えて制御性能の限界を向上させるために適応制御装置に適用される適応制御に関するもので、特にサーボモータで駆動される機構に関する。

【0002】

【従来の技術】制御系を取り巻く環境の変化に応じて、新しい環境に最も好ましい形になる様に制御入力を変化させる適応制御系がある。従来のフィードバック制御系は、予測できない外乱のもとで制御量を希望の値に一致させるため図9に示すように、目標値 ω_{ref} が入力される加算器1と補償器2と制御対象3とから構成され制御*

$$L(di(t)/dt) + R \cdot i(t) + Ke \cdot \omega(t) = v(t)$$

【数2】

$$J(d\omega(t)/dt) + B \cdot \omega(t) = Kt \cdot i(t) - Td$$

(ここで、R:抵抗、L:インダクタンス、Kt:トルク定数、Ke:誘起電圧定数、B:ダンピング係数、※50

2

*対象3の出力 ω が加算器1に帰還されて閉ループを構成している。外乱は直接測定できないのでその影響は制御量を観測して始めて知ることができる。この場合、外乱によって制御量が影響を受けるまでには時間的な遅れがある。補償器2は目標値 ω_{ref} と帰還値 ω との偏差 e を0にするように働く。偏差 e に基づく操作量 V の調節、操作量に基づく制御量 ω の変化に時間的な遅れが存在し、外乱の抑制は閉ループ1巡の時間的な遅れを伴って対処される。このことが制御系を不安定にする原因となっている。このような制御系において、外乱が直接測定できる場合には、その影響を事前に打ち消すように制御系を構成(フィードフォワード制御系)すれば良好な制御特性が期待できる。

【0003】従来の適応制御は外乱に対応したシステムになっていない。このため、外乱が加わった場合には十分な制御性能は得られなかった。特開平1-129313号公報に示されるソフトウェアサーボにおける振動抑制法では、外乱が入った場合系の安定、収束に時間がかかる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の事情に鑑みて提案されたもので、その目的とするところは、外乱に対する制御性能を向上し得る制御系の適応制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、適応制御を応用することにより、サーボモータのパラメータを推定/更新し、また外乱(トルク)を推定/更新し、これらのパラメータを用い補償器によりこれらのパラメータを打ち消すように補償器パラメータを設定することにより速度もしくは位置指令に制御系出力が一致するようにしている。

【0006】

【作用】本発明は、外乱を推定してサーボモータのパラメータの設定を変更し、さらに、外乱を測定して推定の精度を高くし、外乱を打ち消すように設定を変更するとともに、所定のタイミングで生じる外乱に対し、所定のタイミングでパラメータの設定を変更することで、外乱による系の振動を防止する。このことによって、外乱に対する制御性能の向上を図る。

【0007】

【実施例】本発明の適応制御手段をサーボモータで駆動される機構に適用した場合について、説明する。総慣性Jで負荷を動かすDCモータは以下の式で表現できる。

【数1】

(1)

(2)

※v:供給電圧、i:アーマチャ電流、Td:外乱トルク、 ω :速度、J:総慣性である。)

ラプラス変換の操作を行うことにより式(1), (2) *【数3】

は、以下の伝達関数で示される。

$$\omega(s) = \{(Kt/LJ \cdot v(s)) - (1/J) \cdot [S + (R/L)] \cdot Td(s)\}$$

$$/s^2 + [(B/J) + (R/L)] \cdot s + (R \cdot B + Kt \cdot Ke) / LJ$$

$$= [K_1 \cdot v(s) - K_2 \cdot (s + c_1) \cdot Td(s)] / (s^2 + a_1 s + a_2) \quad (3)$$

(ここで、s: ラプラス領域, $K_1: Kt/LJ$, $K_2: 1/J$, $a_1: (B/J)$

+ (R/L) , $a_2: (RB + KtKe)/LJ$, $c_1: R/L$ である。)

ゼロ次ホールドを使ったz領域での相当する伝達関数 ※下の関係で表現される。

は、速度: ω , 電圧: v , 外乱トルク: Td を用いて以※ 【数4】

$$\omega(z) = [K_1(z + b_1)v(z) - K_2(z + c_1)Td(z)] / (z^2 + a_1 z + a_2) \quad (4)$$

(ここで、 $b_1: 0$ 次ホールドに関わる係数, z: 離散 ★時間領域に書くことができる。ここでシステム因子は0
値表現である。) iにより表現されている。

システムの離散動的方程式は以下の再帰方程式を使って★ 【数5】

$$\omega(k+1) + a_1 \cdot \omega(k) + a_2 \cdot \omega(k-1)$$

$$= K_1[v(k) + b_1 \cdot v(k-1)] - K_2[Td(k) + c_1 \cdot Td(k-1)] \quad (5)$$

これは次のように書ける。

☆20☆【数6】

$$\omega(k+1) = \theta_1 \cdot \omega(k) + \theta_2 \cdot \omega(k-1)$$

$$+ \theta_3 \cdot v(k) + \theta_4 \cdot v(k-1) + \theta_5 \cdot Td(k) + \theta_6 \cdot Td(k-1) \quad (6)$$

ここで、新しい因子は

◆ ◆【数7】

$$\theta_1 = -a_1, \theta_2 = -a_2, \theta_3 = K_1, \theta_4 = K_1 \cdot b_1, \theta_5 = -K_2, \theta_6 = -K_2 \cdot c_1$$

であり、システム方程式はベクトル表記で表現できる。 *している。

ここでベクトル θ はすべて既知信号で構成される。そし 【数8】

て右上に書いた(*)はベクトルの置き換え(転置)を示*

$$\omega(k+1) = \Phi^* (k) \cdot \theta(k) \quad (7)$$

ここで、

※30※【数9】

$$\theta^* = [\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6]$$

$$\Phi(k) = [\omega(k) \ \omega(k-1) \ v(k) \ v(k-1) \ Td(k) \ Td(k-1)]^*$$

である。もし外乱トルクが常に変化するならば、信号ベ ★【0008】今、信号と因子ベクトルは以下で、改正で
クトル因子は未知項を持つ。そして、多くの場合、外乱 きる。

トルク結果は知られていない。その結果、推定過程はΦ 【数10】

ベクトルの未知項ゆえに非線形となる。 ★

$$\theta^* = [\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, 1, \theta_6]$$

$$\Phi(k) = [\omega(k) \ \omega(k-1) \ v(k) \ v(k-1) \ -K_2 Td(k) \ -K_2 Td(k-1)]^*$$

(ここで、 $\theta_1 = -a_1$, $\theta_2 = -a_2$, $\theta_3 = K_1$, $\theta_4 = K_1 \cdot b_1$, $\theta_5 = c_1$)

$-K_2 Td(k)$ は、 $\omega(k+1) - \Phi(k-1)$ で与えられる残りの結果 ☆【数11】

であるので、 ☆

$$-K_2 Td(k) = \omega(k+1) - \Phi(k) \theta(k-1) \quad (8)$$

ここで、新しい θ と Φ ベクトルは以下で定義される。 ◆ ◆【数12】

$$\theta^* = [\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5]$$

6

$$\Phi(k) = [\omega(k) \quad \omega(k-1) \quad v(k) \quad v(k-1) \quad -K_2 T_d(k-1)]^T$$

(ここで、 $\theta_1 = -a_1$, $\theta_2 = -a_2$, $\theta_3 = K_1$, $\theta_4 = K_1 \cdot b_1$, $\theta_5 = c_1$)

再帰推定方法は以下の式により与えられる。この式にお

ける $\hat{\cdot}$ は推定を示し、そしてベクトルGはゲインを、表*

【数13】

$$\theta^*(k) = \theta^*(k-1) + G(k) [\omega(k) - \theta^*(k-1) \Phi(k-1) - K_2 T_d(k-1)] \quad (9)$$

Φ ベクトルの全ての要素はこの式では知られていないの ※ (誤差) 特性によって置き換えられる。

で、未知因子 $T_d(k)$ と $T_d(k-1)$ はこれら残差※10 【数14】

$$\begin{aligned} T_d^*(k-1) = & (1/\theta_5^*) [\omega(k) - \theta_1^* \omega(k-1) - \theta_2^* \omega(k-2) \\ & - \theta_3^* v(k-1) - \theta_4^* v(k-2) - \theta_5^* T_d^*(k-2)] \quad (10) \end{aligned}$$

ベクトルゲインGを求める再帰方程式はカルマンフィル ★ 【数15】

ター方程式に似ている。

★

$$G(k) = P(k-1) \Phi(k) / [1 + \Phi^T(k) P(k-1) \Phi(k)] \quad (11)$$

【数16】

$$P(k) = [1 - G(k) \Phi(k)] P(k-1) \quad (12)$$

ここでP(K)は共通(相互/相補)変動行列である。 ☆ することができる。

これは対角行列に等しいP(0)を設定することによ 20 【0009】 次のサンプル時間の間の望ましい基準速度

て初期化される。因子ベクトル θ の要素はいくつかの初

は以下によって得られる先んじた速度予測に等しい。

期推定により初期化される。制御器の設計は実際の値の

【数17】

代わりにシステム因子の推定を使うことによって実行す☆

$$\begin{aligned} v(k) = & (1/\theta_5^*) [\omega_{ref}(k+1) - \theta_1^* \omega(k) - \theta_2^* \omega(k-1) \\ & - \theta_3^* v(k-1) - \theta_4^* T_d^*(k) - \theta_5^* T_d^*(k-1)] \quad (13) \end{aligned}$$

以下、外乱トルクに対する補償に付いて説明する。伝達 ◆ 【数18】

関数は、

$$W(s) = [B(s)/A(s)] v(s) - [C(s)/A(s)] T_d(s) \quad (14)$$

(ここに W : 速度, A : $S^2 + [(B/J) + (R/L)]S + [(R \cdot B + K_t \cdot K_e)/LJ]$, B : $K_1 \cdot v(s)$,

C : $(1/J)[S + (R/L)]$, v : 電圧, T d : 外乱トルク)

で示されるモータの伝達関数を見ても理解できるように
制御対象は2つある。これに対し現在の補償は、第1項
の

【数19】

$$[B(s)/A(s)] v(s)$$

のみの補償がなされているにすぎない。これは、従来は
外乱トルク : T d を測定していなかったことによる。

40

【0010】 図1は、本発明の適応制御装置の概念を示
す図であって推定器を1つ用いた例である。ここでの処
理は $G_p(z)$ のパラメータを推定することである。加
算器1には目標値 ω_{ref} が入力され帰還値 ω との偏差e
を出力する。補償器2は該偏差eに基づいて操作量v
を、増幅器31、モータ32、モータ出力を回転速度で
検出するエンコーダ33からなる制御対象と推定器4へ
出力する。エンコーダ33は実際の速度を帰還値 ω とし
て出力し、帰還値 ω は加算器1に帰還されると共に推定
器4へ他方の信号として入力される。推定器4は操作量* 50

* v と帰還値 ω とから K_1 の推定値 K_1^* , a_1 の推定値 a_1^* ,
 a_2 の推定値 a_2^* , $K_2 T_d$ の推定値 $K_2 T_d^*$, c_1 の推定値 c_1^* を演算し、補償器2の補償量を制御す
る。

【0011】 ここでなされる処理は、POLE-ZERO CANCEL
ATIONであり、図2に示すように、等価に変更できる。

これをさらにまとめると、図3に示すように、あたかも
制御対象3の増幅器31、モータ32、エンコーダ33
が存在していないように制御することができ、全体とし
て、積分器1個が存在しているように動作する。推定器
4では、 $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5$ を推定し、この推定
結果に基づいて式(13)で $v(k)$ を計算し補償器2
で設定する。

【0012】 [実施例2] 本実施例では、外乱トルクT
dを電流によって測定し、補償することを説明する。図
4に示すように本実施例では、補償器A、補償器Bの2
つの補償器を使用する。加算器1には目標値 ω_{ref} およ

7

び帰還値 ω が入力され偏差 e を補償器A21に出力する。補償器A21は推定器4からの $\theta_1 \sim \theta_6$ に関する推定値 $\theta_1 \sim \theta_6$ を用いて操作量 v を演算し、出力する。操作量 v は第2の加算器11と推定器4へ出力され、加算器11は補償器B22の出力式(18)が入力される。補償器B22は推定器4から出力される $\theta_1 \sim$ *

$$T'g \approx Kt \cdot I$$

【数21】

$$T'd = Tg - Ta = Tg - J\alpha \approx Kt \cdot I - J\alpha$$

定速状態では、加速度 α はほぼ0であるから、

【数22】

$$\begin{aligned} T'd &\approx Kt \cdot I \\ Td/v &= [Kt/(Ls+R)] / [(1+Kt \cdot Ke) / [(Js+B) \cdot (Ls+R)]] \\ &= Kt \cdot (Js+B) / [(Js+B) \cdot (Ls+R) + Kt \cdot Ke] \end{aligned}$$

で表わされ、この式から、加算器の出力 v は、

★ ★ 【数24】

$$v = \{[(Js+B) \cdot (Ls+R) + Kt \cdot Ke] / Kt \cdot (Js+B)\} \cdot Td$$

$$(Td = Kt \cdot I)$$

$$v = \{[(Js+B) \cdot (Ls+R) + Kt \cdot Ke] / (Js+B)\} \cdot I$$

(15)

(16)

10※となり、外乱Tdと加算器1の出力 v との比は、

【数23】

(17)

で表わされる。

☆ 【数25】

【0014】補償器AのゲインGcは、

☆

$$Gc = (Js+B) / \{[(Js+B) \cdot (Ls+R) + Kt \cdot Ke] \cdot I\}$$

(19)

で表わされる。ここにTg:発生トルク、Ta:加速トルク、Td:外乱トルク(負荷)、Kt:トルク定数、Ke:誘起電圧定数、I:モータ電流、V:供給電圧、Vd:補償器出力、L:インダクタンス、R:抵抗、J:慣性、 α :加速度、B:ダンピング定数、Gc:補償器であり、 $T'd = Tg - Ta = Tg - J\alpha \approx Kt \cdot I - J\alpha$ 低速状態では加速度 $\alpha=0$ として $T'd = Kt \cdot I$ と解釈できる。

【0015】この補償によって、図6に示されるように制御対象に印加された、外乱Tdは、補償器の出力Coによって打ち消され、略平坦な結果 ω が得られる。この補正方法によれば図1~4に示された方法に比べて、外乱を測定しているため、速応性、安定性が上がるというさらなる効果を奏することができる。

【0016】【実施例3】この実施例では、複写機の転写部ローラを駆動するモータのように、あるタイミングで常に大きな外乱が入るような機構に使用される制御装置の例である。このような機構を従来通りの適応制御で制御するときには、外乱が発生してから補償器のパラメータを変更しているため、制御に時間遅れを生じ、大きな外乱に対して生じるハンチングの収束に時間がかかるという問題があった。本実施例では、予めタイミングおよびその大きさが分かっている極端に大きな外乱に対しては、予めパラメータを推定および同定しておき外乱の発生するタイミングにあわせて、その外乱に応じてフィ◆

8

* θ_6 に関する推定値 $\theta_1 \sim \theta_6$ を用いて操作量 v (k)演算し加算器11へ出力する。

【0013】補償器B22を図5を用いてさらに詳細に説明すると、

【数20】

◆ードフォワード補償器のパラメータを変更してフィードフォワード制御を行うものである。

【0017】図7及び図8を用いてこの実施例を説明する。この制御装置は、目標値 ω_{ref} と制御対象3からの帰還値 ω が入力されその偏差 e を出力する加算器1と、この偏差 e に基づいて制御対象の制御量Vaを演算しその結果を出力する補償器A21と、目標値 ω_{ref} に基づいてフィードフォワード補償量Vfを算出するフィードフォワード補償器23と、補償器A21の出力Vaとフィードフォワード補償器23の出力Vfとを加算して制御対象3への供給電圧Vを得る加算器12と、供給電圧Vと帰還値 ω とを加算して最終的な供給電圧Vcを得る加算器11と、制御対象3と、帰還値 ω および外乱Tdならびに供給電圧Vが入力され予めタイミングと大きさの知れた外乱が入力されるタイミングで予め補償器23のパラメータを変更するよう推定するパラメータ推定器41とから構成される。制御対象3は $(Kt / (Ra + LaS))$ 34と $(1 / (Js + B))$ 35とからなり、出力 ω は誘起電圧定数(Ke)99を介して加算器11に帰還される。

【0018】パラメータ推定器41における演算は、以下のようになされ、出力は以下の式(20)で示される。

【数26】

$$\begin{aligned}
 e(s) &= G_1(s)V(s) + G_2(s)Td(s) \\
 &= \left[\frac{G_1(s) \cdot G_p(s)}{(1+G_1(s) \cdot G_p(s))} \right] \cdot e_{ref}(s) \\
 &\quad + \left[\frac{G_2(s) \cdot G_p(s)}{(1+G_1(s) \cdot G_p(s))} \right] \cdot e_{ref}(s) \quad (20)
 \end{aligned}$$

フィードフォワード補償器23でのパラメータの変更お *グは図示しないタイマーによって制御される。

よび同定は、以下の式(21)でなされ、そのタイミン* 【数27】

$$e(s)/e_{ref}(s) = [G_1(s) \cdot G_p(s) + G_2(s) \cdot G_p(s)] / (1 + G_1(s) \cdot G_p(s)) \quad (21)$$

さらに、補償器A21の補償は、以下の式(22)でな ※【数28】

される。この補償は固定係数補償によって実行される。※10

$$\begin{aligned}
 E(s) &= e_{ref}(s) - e(s) \\
 &= \left[\frac{(1 - G_2(s) \cdot G_p(s))}{(1 + G_1(s) \cdot G_p(s))} \right] \cdot e_{ref}(s) \quad (22)
 \end{aligned}$$

ここで、E(s)を0にもっていくためには、 $G_2(s)G_p(s) \equiv 1$ とすること、または $G_1(s)G_p(s) \rightarrow \infty$ とすることの二つの方法がある。この場合、 $G_1(s)$ を ∞ にもっていくことはトラブルが多くなり、リミッタの制限もあるので、 $G_2(s)G_p(s) \equiv 1$ とすることで制御を行う。つまり、 $G_2(s) = 1/G_p(s)$ と設定する。外乱が上述のように不規則な外乱(例えば Td_1 で示される)とその発生と終了のタイミングならびにその大きさが予め予測されかつその大きさが極端な外乱(例えば Td_2 で示される)がある場合に、常と同じ補償器パラメータを使って対処すると、例えば Td_2 で示される極端な外乱が発生したときに、その外乱には対応していないパラメータで制御することになり、十分な制御性能が得られない可能性がでてくる。また、リアルタイムで推定を行いつつ制御を行ったとしてもパラメータ推定が終了するまで、つまり収束に時間が係り、やはり十分な制御性能が得られない可能性がでてくる。そこで外乱の発生状況を上記の Td_1 と Td_2 に分けて考えられる場合、つまり、 Td_2 の発生するタイミングと終了するタイミングおよびその大きさが予め知られている場合には、 Td_1 と Td_2 で補償器に与えるパラメータを変えるか、推定に用いる初期値を変えることによって、木目細かい制御性能を得ることが可能になる。この場合、 Td_2 が起る寸前および終了後すぐに設定を変える。また、フィードフォワード制御を用いる理由は制御対象計による時間遅れをより小さくするためである。フィードフォワード補償器23によ

★る補償動作は、図8に示されるように予め発生するタイミングが知れている外乱の発生時点に t_f だけ先立って作動し、大きな外乱に対して時間遅れのない補償を行うことができる。

【0019】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、外乱が加わってもそれに対応して十分な制御性能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る制御装置の概念を示す図。

【図2】 本発明に係る制御装置の概念を示す図。

【図3】 本発明に係る制御装置の概念を示す図。

【図4】 本発明の第2の実施例に係る制御装置の概念図。

【図5】 本発明の第2の実施例に係る制御装置の概念図。

【図6】 本発明の第2の実施例に係る制御装置の効果を示す図。

【図7】 本発明の第3の実施例に係る制御装置の概念図。

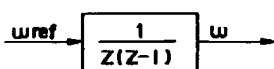
【図8】 本発明の第3の実施例に係る制御装置の動作状態を示す図。

【図9】 従来の帰還制御装置の概念を示す図。

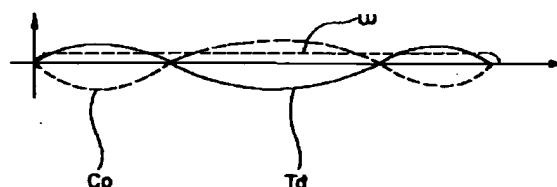
【符号の説明】

1, 11, 12: 加算器、 2, 21, 22, 23: 補償器、 3: 制御対象、 4, 41: 推定器。

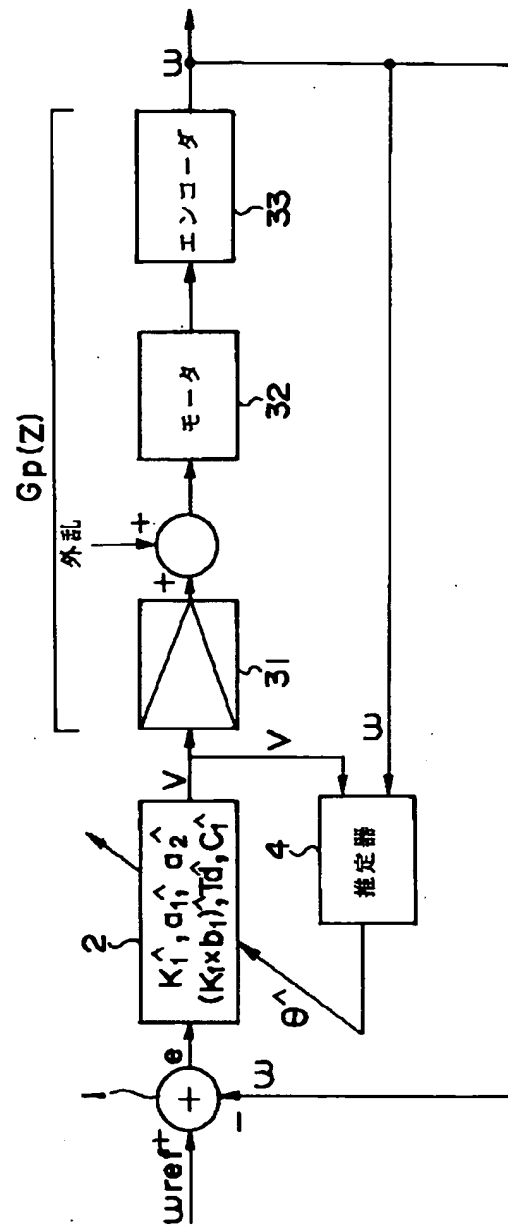
【図3】



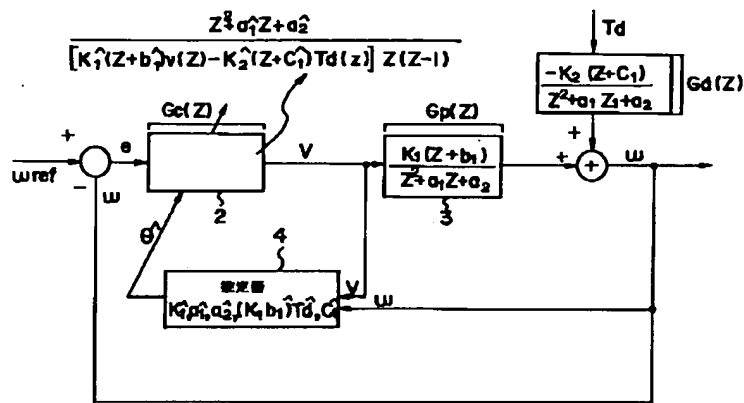
【図6】



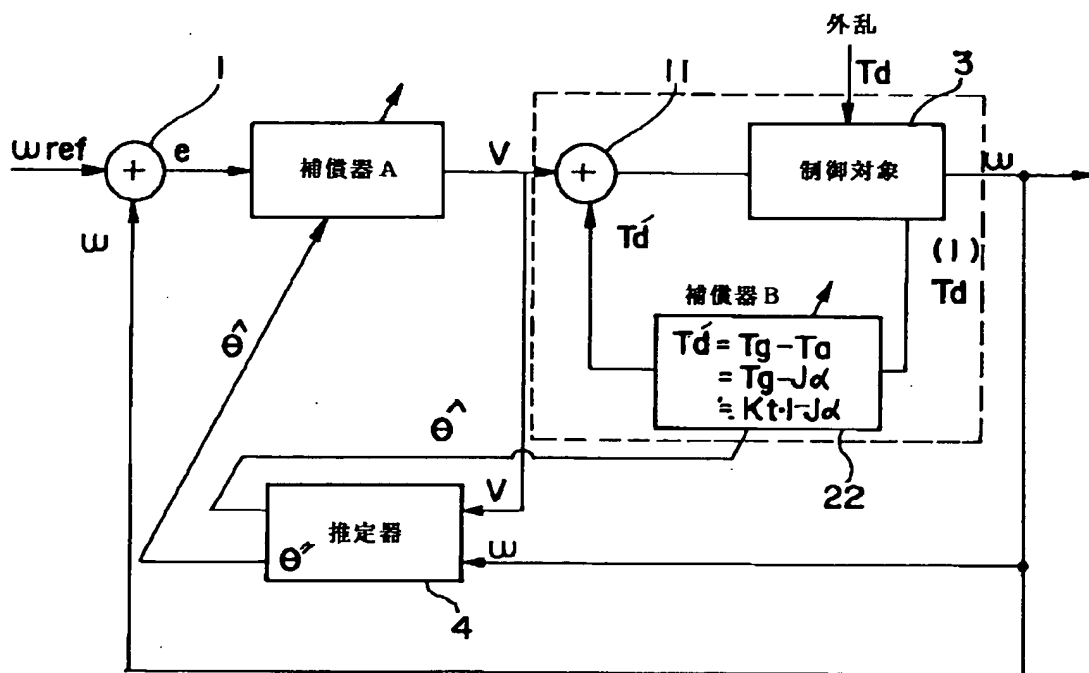
【図1】



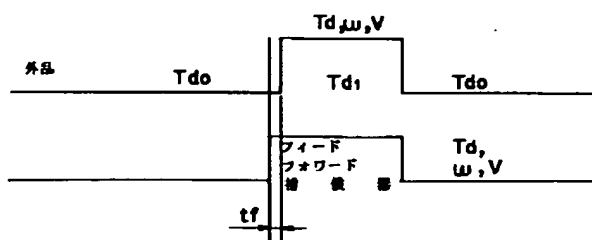
【図2】



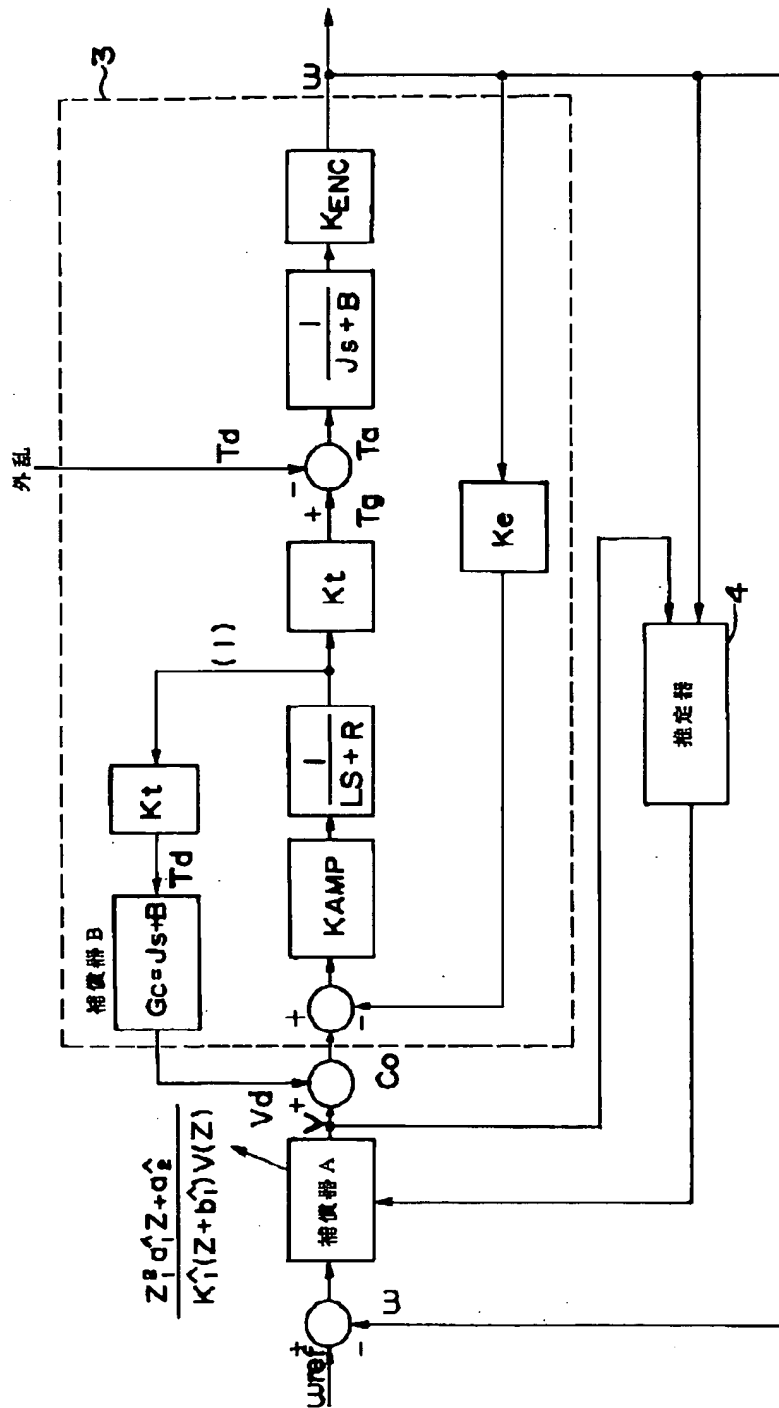
【図4】



【図8】



【図5】



The diagram illustrates a control system for a motor drive. The reference input w_{ref} is compared with the feedback signal w at a summing junction. The resulting error signal e is processed by a feedforward compensator $G_2(S)$ (labeled 23) and a feedback compensator $G_1(S)$ (labeled 21). The feedforward path includes a block labeled "フィードフォワード補償器" (Feedforward Compensator). The feedback path includes a block labeled "パラメータ推定器" (Parameter Estimator). The system also includes a motor model $K_{ENC}/(JS+B)$ and a feedback gain K_e . The output w is fed back to the summing junction. A time constant of approximately 20 mSec is indicated. The diagram is labeled with various signals like w , V , and T_d , and includes a time constant of approximately 20 mSec.

【図9】

